



PCT

特許協力条約に基づいて公開された発明の出願

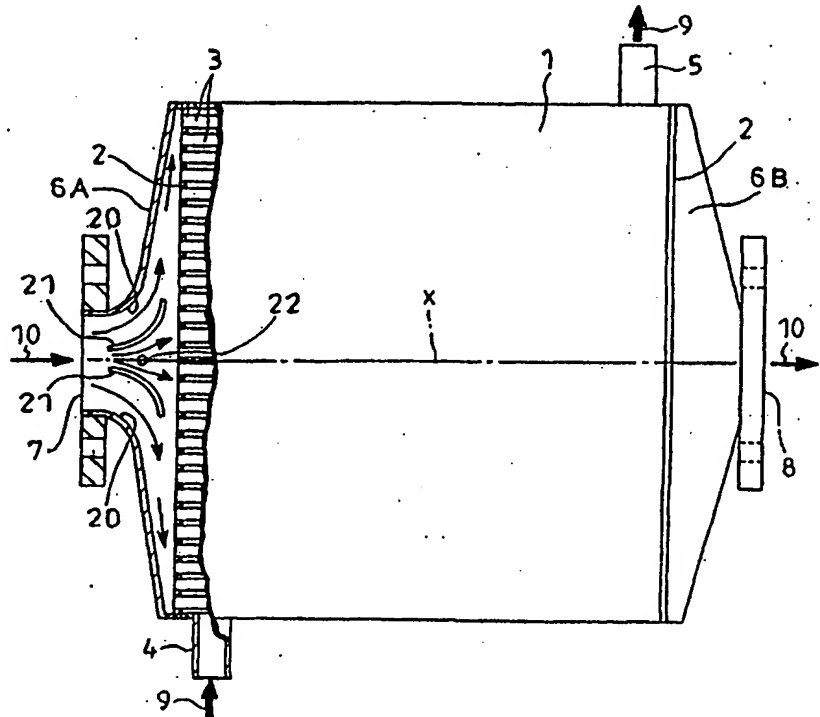
(51) 国際特許分類7 F02M 25/07, F28D 7/16		A1	(11) 国際公開番号 WO00/43663
			(43) 国際公開日 2000年7月27日(27.07.00)
(21) 国際出願番号 PCT/JP00/00218		(74) 代理人 山下洋二(YAMASHITA, Yoji)[JP/JP] 〒192-0045 東京都八王子市大和田町6丁目3番28号 三共ラヂエーター株式会社内 Tokyo, (JP)	
(22) 国際出願日 2000年1月19日(19.01.00)		(81) 指定国 KR, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE)	
(30) 優先権データ 特願平11/11776 1999年1月20日(20.01.99) JP 特願平11/158053 1999年6月4日(04.06.99) JP 特願平11/251546 1999年9月6日(06.09.99) JP		添付公開書類 国際調査報告書	
(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 日野自動車株式会社(HINO MOTORS, LTD.)(JP/JP) 〒191-8660 東京都日野市日野台3丁目1番地1 Tokyo, (JP) 三共ラヂエーター株式会社 (SANKYO RADIATOR CO., LTD.)(JP/JP) 〒192-0045 東京都八王子市大和田町6丁目3番28号 Tokyo, (JP)			
(72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 辻田 誠(TSUJITA, Makoto)(JP/JP) 中込 恵一(NAKAGOME, Keiichi)(JP/JP) 井上勝治(INOUE, Katsuji)(JP/JP) 〒191-8660 東京都日野市日野台3丁目1番地1 日野自動車株式会社内 Tokyo, (JP)			

(54)Title: EGR COOLER

(54)発明の名称 EGRクーラ

(57) Abstract

A shell and tube type water-cooled EGR cooler capable of increasing an efficiency of heat exchange between exhaust gas and cooling water, wherein a plurality of spiral projection lines are formed on the inner peripheral surfaces of tubes passing through plates and spiral wire material is closely fitted into the tubes, a bonnet located on an exhaust gas inlet side is formed in a bell mouth shape of which the bore increases gradually toward the flow direction of the exhaust gas; a flat box-shaped shell and tube type water-cooled EGR cooler, wherein a bonnet (6A) on an exhaust gas inlet side is formed in a bell mouth shape, and a truncated-chevron guide plate (21) is disposed in the bonnet and a round bar (22) is disposed at the intermediate position of each guide plate.



(57)要約

本発明は、シェルアンドチューブ型の水冷EGRクーラに関し、排気ガスと冷却水との熱交換効率を向上し得るようにしたものである。

プレートを貫通するチューブの内周面に複数条のスパイラル状突起を形成したり、チューブ内に螺旋状線材を嵌挿する。

また、排ガス入側のボンネットを排気ガスの流れ方向に口径が漸増するベルマウス形状とする。

また、扁平な箱形のシェルアンドチューブ型の水冷EGRクーラであって、排ガス入側のボンネット(6A)をベルマウス形状とし、ボンネット内に八の字型のガイド板(21)と各ガイド板中間位置に丸棒(22)を配置する。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE	アラブ首長国連邦	DM	ドミニカ	KZ	カザフスタン	RU	ロシア
AG	アンティグア・バーブーダ	DZ	アルジェリア	LC	セントルシア	SD	スーダン
AL	アルバニア	EE	エストニア	LI	リヒテンシュタイン	SE	スウェーデン
AM	アルメニア	ES	スペイン	LK	スリ・ランカ	SG	シンガポール
AT	オーストリア	FI	フィンランド	LR	リベリア	SI	スロヴェニア
AU	オーストラリア	FR	フランス	LS	レソト	SK	スロヴァキア
AZ	アゼルバイジャン	GA	ガボン	LT	リトアニア	SL	シエラ・レオネ
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB	英国	LU	ルクセンブルグ	SN	セネガル
BB	バルバドス	GD	グレナダ	LV	ラトヴィア	SZ	スワジランド
BE	ベルギー	GE	グルジア	MA	モロッコ	TG	トーゴ
BF	ブルキナ・ファソ	GH	ガーナ	MC	モナコ	TD	チャド
BG	ブルガリア	GM	ガンビア	MD	モルドヴァ	TJ	タジキスタン
BJ	ベナン	GN	ギニア	MG	マダガスカル	TM	トルクメニスタン
BR	ブラジル	GR	ギリシャ	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア共和国	TR	トルコ
BY	ベラルーシ	GW	ギニア・ビサウ	ML	マリ	TT	トリニダード・トバゴ
CA	カナダ	HR	クロアチア	MN	モンゴル	TZ	タンザニア
CF	中央アフリカ	HU	ハンガリー	MR	モーリタニア	UA	ウクライナ
CG	コンゴ	ID	インドネシア	MW	マラウイ	UG	ウガンダ
CH	スイス	IE	アイルランド	MX	メキシコ	US	米国
CI	コートジボワール	IL	イスラエル	MY	マレーシア	UZ	ウズベキスタン
CM	カメルーン	IN	インド	NZ	ニュージーランド	VN	ベトナム
CN	中国	IS	アイスランド	NE	ニジェール	YU	ユーゴスラヴィア
CR	コスタ・リカ	IT	イタリア	NL	オランダ	ZA	南アフリカ共和国
CU	キューバ	JP	日本	NO	ノルウェー	ZW	ジンバブエ
CY	キプロス	KE	ケニア	NZ	ニュージーランド		
CZ	チェコ	KG	キルギスタン	PL	ポーランド		
DE	ドイツ	KP	北朝鮮	PT	ポルトガル		
DK	デンマーク	KR	韓国	RO	ルーマニア		

明 細 書

E G R クーラ

技術分野

この発明は、エンジンの排気ガスを再循環して窒素酸化物の発生を低減させる E G R 装置に付属されて再循環用排気ガスを冷却する E G R クーラに関する。

背景技術

第 1 図は従来の E G R クーラの一例を示す断面図であって、図中 1 は円筒状に形成されたシェルを示し、該シェル 1 の軸心方向両端には、シェル 1 の端面を閉塞するようプレート 2, 2 が固着されていて、該各プレート 2, 2 には、シェル 1 の軸心延長線 x と平行に延びる多数のチューブ 3 の両端が貫通状態で固着されており、これら多数のチューブ 3 はシェル 1 の内部を軸心方向に延びている。

そして、シェル 1 の一方の端部近傍には冷却水入口 4 が設けられ、シェル 1 の他方の端部近傍には冷却水出口 5 が設けられており、冷却水 9 が冷却水入口 4 からシェル 1 の内部に供給されてチューブ 3 の外側を流れ、冷却水出口 5 からシェル 1 の外部に排出されるようになっている。

更に、各プレート 2, 2 の反シェル 1 側には、ボンネット 6 A, 6 B が前記各プレート 2, 2 の端面を被包するように固着され、一方のボンネット 6 A の中央には排気ガス入口 7 が、他方のボンネット 6 B の中央には排気ガス出口 8 が夫々設けられており、エンジンの排気ガス 10 が排気ガス入口 7 から一方のボンネット 6 A の内部に入り、多数のチューブ 3 を通る

間に該チューブ 3 の外側を流れる冷却水 9 との熱交換により冷却された後に、他方のボンネット 6 B の内部に排出されて排気ガス出口 8 からエンジンに再循環するようになっている。

しかしながら、斯かる従来の EGR クーラにおいては、排気ガス 10 がチューブ 3 内をストレートに流れ、チューブ 3 の内周面に対して排気ガス 10 が十分に接触しないために熱交換効率が悪いという問題があった。

また、第 2 図に拡大して示す如く、一方のボンネット 6 A が、排気ガス入口 7 からシェル 1 側に向け直線状の外形線を成して拡張するテーパ部 6 x と、シェル 1 と略同径に形成された円筒部 6 y とにより形成されていたが、このような形状では、排気ガス入口 7 から導入された排気ガス 10 の流れがテーパ部 6 x の内周面から剥離し易く、該テーパ部 6 x から円筒部 6 y にかけての内側部分に乱流化が起こって、プレート 2 の外周側に配置されたチューブ 3 に対し排気ガス 10 が導入され難くなるので、このような各チューブ 3 に対する排気ガス 10 の不均等な分配によっても熱交換効率が悪くなるという問題があり、更には、中心側のチューブ 3 が外周側のチューブ 3 より高温化して局部的な熱変形が生じる虞れも招いていた。

一方、第 3 図に拡大して示す如く、他方のボンネット 6 B も前述した一方のボンネット 6 A と同様に形成されていた為、外周側のチューブ 3 を抜け出た排気ガス 10 がボンネット 6 A のテーパ部 6 x に衝突して急激に流れの向きを変えられることにより外周側のチューブ 3 の出口部分で圧力上昇が起こり、この圧力上昇が外周側のチューブ 3 における排気ガス 10 の通気抵抗となって、該排気ガス 10 が外周側のチューブ 3 に対し一層導入され難くなるので、このような理由によっても各チューブ 3 に対する排気ガス 10 の不均等な分配が生じて熱交換効率が悪くなったり、中心側のチューブ 3 が外周側のチューブ 3 より高温化して局部的な熱変形が生じたり

する虞れを招いていた。

更には、第4図に示すように、従来におけるチューブ3の配列は、図中に二点鎖線で示す如き三角形を基調とした千鳥状に並べて配列するようになっていた為、円筒状に形成されたシェル1と外周側のチューブ3との間に比較的大きな隙間が形成されてしまい、冷却水入口4から導入した冷却水9が流通抵抗の少ない外周側を優先的に流れる傾向が生じる一方、チューブ3が密集配置された中心側へは冷却水9が十分に行き届かないので、このような理由によっても中心側のチューブ3における熱交換効率が外周側のチューブ3より悪くなったり、中心側のチューブ3が外周側のチューブ3より高温化して局部的な熱変形が生じたりする虞れを招いていた。

また、前述した如き従来のEGRクーラにおいては、冷却水入口4からシェル1の内部に供給された冷却水9が、シェル1の内部断面に対して均等に冷却水出口5に向かって流れないという不具合もあり、第1図中に経路12で示すように、冷却水入口4からシェル1の内部に流入した後、冷却水出口5の方に屈曲して斜めに冷却水出口5に向かう流れが主流となり、シェル1内における冷却水入口4及び冷却水出口5に対峙する側の隅部近傍で冷却水9が澱んで冷却水停滞部13が生じてしまう為、この部分での熱交換効率が悪くなるという問題があり、特に高温の排気ガス10が導入されることになる冷却水入口4に対し直径方向に対峙する位置では、冷却水停滞部13付近でチューブ3が局部的に高温になって熱変形を起こす虞れもあった。

第5図及び第6図は従来におけるEGRクーラの別の例を示すもので、ここに図示しているEGRクーラでは、車両への搭載上の問題からシェル1を縦方向（シェル1の軸心延長線xに対し直角な方向）に扁平な箱型形状に形成しており、各ボンネット6A、6Bを排気ガス入口7又は排気ガ

ス出口 8 からシェル 1 側に向け該シェル 1 の端面の長辺方向（図示する例では上下方向）外側へ拡張してプレート 2， 2 の端面全域を被包させるようにしている。

このような扁平な箱型形状を成す EGR クーラにおいては、排気ガス入口 7 からボンネット 6 A 内に導入された排気ガス 10 が、その導入時の流れの向きのまま直伸して流れる傾向が強くなる為、シェル 1 の端面の長辺方向外側に拡散され難く、しかも、ボンネット 6 A 内の排気ガス入口 7 に近い部分でガス流が剥離して乱流化が起こり易いという不具合があり、これによって、シェル 1 の端面の長辺方向中央のチューブ 3 に偏って排気ガス 10 が流れ込み、当該チューブ 3 が主として排気ガス 10 の入側で高温化して局部的な熱変形を起こす虞れがあり、他方、シェル 1 の端面の長辺方向外側のチューブ 3 に分配される排気ガス 10 の量が不足し、この部分での熱交換効率が悪くなるという問題を招いていた。

第 7 図は従来における EGR クーラの更に別の例を示すもので、ここに図示している EGR クーラでは、車両への搭載上の問題からボンネットを省略し、シェル 1 の軸心延長線 x に対し略直角な向きに延びるガス配管 11， 11 を前記シェル 1 の両端部に対し約 90° 屈曲させて直接的に接続するようにしており、しかも、各ガス配管 11， 11 におけるシェル 1 に対する接続側端部の形状を先の第 1 図～第 4 図の従来例におけるボンネット 6 A， 6 B（第 1 図参照）を模した椀型形状としてある。

このような形式とした EGR クーラにおいては、シェル 1 の両端部に対しガス配管 11， 11 を略直角に屈曲させて接続するようにしていた為、特に排気ガス 10 の入側においてガス配管 11 の急激な屈曲によりコーナ部分の内側でガス流が剥離して乱流化が起こってしまい、そのコーナ部分の外側に面したチューブ 3 に偏って排気ガス 10 が流れ込み易く、当該チ

チューブ 3 が排気ガス 10 の入側で高温化して局部的な熱変形を起こす虞れがあり、他方、コーナ部分の内側に面したチューブ 3 に対して分配される排気ガス 10 の量が不足し、この部分での熱交換効率が悪くなるという問題を招いていた。

本発明は、上述の実情に鑑みて成されたもので、排気ガスと冷却水との熱交換効率を従来より向上し得る EGR クーラを提供するものであり、特に局部的な熱変形の発生が懸念されるものについては、その熱変形も同時に防止し得るようにした EGR クーラを提供している。

発明の開示

本発明の請求項 1 に記載の EGR クーラは、チューブと、該チューブを包囲するシェルとを備え、該シェルの内部に冷却水を給排し且つ前記チューブ内に排気ガスを通して該排気ガスと前記冷却水とを熱交換するようにした EGR クーラであって、前記チューブの内周面に複数条のスパイラル状突起を形成したことを特徴とするものである。

このようにチューブの内周面に複数条のスパイラル状突起を形成すれば、チューブ内を流れる排気ガスが、複数条のスパイラル状突起に沿い旋回流となって乱流化し、チューブの内周面に対する接触頻度や接触距離が増加する結果、排気ガスがチューブの内周面に満遍なく且つ十分に接触することになり、EGR クーラの熱交換効率が大幅に向上される。

尚、チューブの内周面に形成する一条のスパイラル状突起のピッチをつめた場合には、排気ガス 10 の流れに対するスパイラル状突起の傾斜角が大きくなって直角に近付き、その結果として圧損が大きくなることが想定されるが、本発明では特に複数条のスパイラル状突起を形成しているので、スパイラル状突起のピッチをつめても、排気ガスの流れに対するスパイラ

ル状突起の傾斜角を小さく抑えることが可能で、圧損を高めずに旋回力を大きくすることが可能である。

また、本発明の請求項 2 に記載の EGR クーラは、チューブと、該チューブを包囲するシェルとを備え、該シェルの内部に冷却水を給排し且つ前記チューブ内に排気ガスを通して該排気ガスと前記冷却水とを熱交換するようにした EGR クーラであって、前記チューブ内に螺旋状線材を嵌挿したことを特徴とするものである。

このようにチューブ内に螺旋状線材を嵌挿すれば、チューブ内を流れる排気ガスが螺旋状線材に沿い旋回流となって乱流化し、チューブの内周面に対する接触頻度や接触距離が増加する結果、排気ガスがチューブの内周面に満遍なく且つ十分に接触することになり、EGR クーラの熱交換効率が大幅に向上される。

また、本発明の請求項 3 に記載の発明は、円筒状に形成されたシェルと、該シェルの軸心方向両端にシェル端面を閉塞するよう固着されたプレートと、該プレートの反シェル側にプレート端面を被包するよう固着されたボンネットと、前記シェルの内部を軸心方向に延び且つその両端を前記各プレートに貫通固着されたチューブとを備え、前記シェルの内部に冷却水を給排し且つ前記チューブ内には一方のボンネット側から他方のボンネット側に向け排気ガスを通して該排気ガスと前記冷却水とを熱交換するようにした EGR クーラであって、排気ガス入側のボンネットを外側に向け凹面を成して排気ガスの流れ方向に口径が漸増するベルマウス形状としたことを特徴とするものである。

このようにすれば、排気ガスがボンネットの内周面に沿い剥離せずに層流を成して流れる傾向が強まり、ボンネット内における外周部分で乱流化が起こり難くなって、外周側に配置されたチューブに対しても中心側と同

様に排気ガスが導入され易くなるので、各チューブに対し排気ガスが均等に分配されて熱交換効率が大幅に向上され、しかも、中心側のチューブも外周側のチューブも一様に加熱されて局部的な高温化による熱変形が回避されることになる。

また、本発明の請求項 4 に記載の発明は、円筒状に形成されたシェルと、該シェルの軸心方向両端にシェル端面を閉塞するよう固着されたプレートと、該プレートの反シェル側にプレート端面を被包するよう固着されたボンネットと、前記シェルの内部を軸心方向に延び且つその両端を前記各プレートに貫通固着されたチューブとを備え、前記シェルの内部に冷却水を給排し且つ前記チューブ内には一方のボンネット側から他方のボンネット側に向け排気ガスを通して該排気ガスと前記冷却水とを熱交換するようにした EGR クーラであって、排気ガス出側のボンネットを外側に向け凸面を成して排気ガスの流れ方向に口径が漸減する椀型形状としたことを特徴とするものである。

このようにすれば、外周側のチューブを抜け出た排気ガスがボンネットの内周面に沿い層流を成して滑らかに流れの向きを変えられるので、外周側のチューブの出口部分で圧力上昇が起こり難くなり、これにより外周側のチューブにおける排気ガスの通気抵抗が低下して、外周側に配置されたチューブに対しても中心側と同様に排気ガスが導入され易くなるので、各チューブに対し排気ガスが均等に分配されて熱交換効率が大幅に向上され、しかも、中心側のチューブも外周側のチューブも一様に加熱されて局部的な高温化による熱変形が回避されることになる。

更に、本発明の請求項 5 に記載の発明は、円筒状に形成されたシェルと、該シェルの軸心方向両端にシェル端面を閉塞するよう固着されたプレートと、該プレートの反シェル側にプレート端面を被包するよう固着されたボ

ンネットと、前記シェルの内部を軸心方向に延び且つその両端を前記各プレートに貫通固着されたチューブとを備え、前記シェルの内部に冷却水を給排し且つ前記チューブ内には一方のボンネット側から他方のボンネット側に向け排気ガスを通して該排気ガスと前記冷却水とを熱交換するようにしたEGRクーラであって、各チューブをシェルの軸線を中心とした同心の多重円周状に配列したことを特徴とするものである。

このようにすれば、円筒状に形成されたシェルに対し外周側のチューブに沿わせて並べることが可能となり、両者間の隙間を著しく縮小することが可能となるので、シェル内に導入された冷却水が外周側を優先的に流れる傾向が大幅に抑制され、しかも、従来と同じ口径で同じ本数のチューブを配置するに際し、該各チューブ間の隙間が従来より広く確保されて、中心側のチューブへも冷却水が十分に行き届くことになるので、中心側のチューブも外周側のチューブも一様に冷却されてチューブの局所的な高温化が回避されることになり、排気ガスと冷却水との熱交換効率も大幅に向上されることになる。

本発明の請求項6に記載の発明は、円筒状に形成されたシェルと、該シェルの軸心方向両端にシェル端面を閉塞するよう固着されたプレートと、該プレートの反シェル側にプレート端面を被包するよう固着されたボンネットと、前記シェルの内部を軸心方向に延び且つその両端を前記各プレートに貫通固着されたチューブとを備え、シェルの内部に冷却水を給排し且つチューブ内には一方のボンネット側から他方のボンネット側に向け排気ガスを通して該排気ガスと冷却水とを熱交換するようにしたEGRクーラであって、シェルの軸心方向一端側に、該シェル内へ冷却水を導入する為の冷却水入口を設けると共に、シェルの軸心方向他端側には、該シェル内から冷却水を排出する為の冷却水出口を設け、且つシェルの軸心方向一端

側における冷却水入口に対し直径方向に対峙する位置には、冷却水入口から導入した冷却水の一部を抜き出す為のバイパス出口を設けたことを特徴とするものである。

而して、冷却水を冷却水入口からシェルの内部に導入しながら、その導入した冷却水の一部をバイパス出口から抜き出すようにすると、シェルの軸心方向一端側における冷却水入口に対し直径方向に対峙する位置で冷却水が澱まなくなり、ここに冷却水停滞部が生じてしまうことがなくなるので、シェルの軸心方向一端側でチューブの局所的な高温化が回避されることになり、排気ガスと冷却水との熱交換効率も大幅に向上されることになる。

また、本発明の請求項 7 に記載の発明は、扁平な箱型形状に形成されて軸心方向両端を開放したシェルと、該シェルの軸心方向両端にシェル端面を閉塞するよう固着されたプレートと、該プレートの反シェル側にプレート端面を被包するよう固着されたボンネットと、前記シェルの内部を軸心方向に延び且つその両端を前記各プレートに貫通固着されたチューブとを備え、シェルの内部に冷却水を給排し且つチューブ内には一方のボンネット側から他方のボンネット側に向け排気ガスを通して該排気ガスと冷却水とを熱交換するようにした EGR クーラであって、排気ガス入側のボンネットを、シェルの軸心延長線上に開口した排気ガス入口からシェル側に向け急激にシェル端面の長辺方向へ拡張してプレート端面全域を被包し且つその排気ガス入口に近い部分をガス流の剥離が生じないように外側に向け凹面を成す曲面部としたベルマウス型の断面形状に形成し、排気ガス入側のボンネット内における排気ガス入口に臨む位置に、シェルの軸心延長線に沿う方向からシェル端面の長辺方向外側へ円弧状に湾曲する一対のガイド板を八の字型に配設し、該各ガイド板に挟まれた中間位置には、シェル端

面の短辺方向に延びて排気ガスの主流を分断する丸棒を配設したことを特徴とするものである。

このようにすれば、排気ガス入口からボンネット内に導入された排気ガスが、各ガイド板により滑らかに流れの向きを変更されてシェル端面の長辺方向外側に良好に拡散され、しかも、各ガイド板の間を通過してしまった排気ガスの流れも丸棒に突き当たって分断されることにより良好に拡散され、更には、排気ガス入側のボンネットにおける排気ガス入口に近い部分でガス流が曲面部に沿い剥離せずに層流を成して流れる傾向が強まり、排気ガス入側のボンネット内でガス流の乱流化が起こり難くなって、シェル端面の長辺方向外側に配置されたチューブに対しても排気ガスが導入され易くなるので、全てのチューブについて排気ガスを略均等に導入分配することが可能となり、チューブの局所的な高温化が回避されることになり、排気ガスと冷却水との熱交換効率も大幅に向上されることになる。

また、本発明の請求項 8 に記載の発明は、円筒状に形成されたシェルと、該シェルの軸心方向両端にシェル端面を閉塞するよう固着されたプレートと、前記シェルの内部を軸心方向に延び且つその両端を前記各プレートに貫通固着されたチューブとを備え、シェルの内部に冷却水を給排し且つチューブ内にはシェルの軸心方向一端側から他端側に向け排気ガスを通して該排気ガスと冷却水とを熱交換するようにした EGR クーラであって、シェルの軸心方向両端に、該シェルの軸心延長線に対し略直角な向きに延びるガス配管を徐々に口径を漸増させつつガス流の剥離が生じないよう緩やかに曲げ且つ前記シェルの軸心延長線と前記各ガス配管の軸心線とが所要の角度を有して交差するように接続したことを特徴とするものである。

このようにすれば、シェルの軸心方向一端側に向け導かれる排気ガスがガス配管の内周面に沿い層流を成して滑らかに流れの向きを変えられ、し

かも、その変更した後の流れの向きを完全にはシェルの軸心方向と一致させずに一様な流速分布のままシェルの軸心方向一端側のプレートに突き当たらせるようにしているので、シェルの軸心方向一端側でガス流の乱流化を抑制しつつ全てのチューブに対し偏りなく排気ガスを略均等に導入分配することが可能となり、他方、各チューブを通りシェルの軸心方向他端側へ抜け出た排気ガスもガス配管の内周面に沿い層流を成して滑らかに流れの向きを変えられ、各チューブの出口部分で局所的な通気抵抗を受けることなく円滑に排出されることになるので、チューブの局所的な高温化が回避されることになり、排気ガスと冷却水との熱交換効率も大幅に向上されることになる。

図面の簡単な説明

第1図は従来のEGRクーラの一例を示す断面図、第2図は第1図の排気ガス入側のボンネットの詳細を示す断面図、第3図は第1図の排気ガス出側のボンネットの詳細を示す断面図、第4図は第2図のI V - I V矢視の断面図、第5図は従来のEGRクーラの別の例を示す断面図、第6図は第5図のV I - V I矢視の断面図、第7図は従来のEGRクーラの更に別の例を示す断面図、第8図は本発明の請求項1に記載の発明を実施する形態の一例を示す拡大断面図、第9図は第8図のスパイラル状突起が一条である場合を示す模式図、第10図は第9図のスパイラル状突起のピッチを小さくした場合を示す模式図、第11図は第8図のスパイラル状突起が二条である場合を示す模式図、第12図は本発明の請求項2に記載の発明を実施する形態の一例を示す拡大断面図、第13図は本発明の請求項3に記載の発明を実施する形態の一例を示す断面図、第14図は本発明の請求項4に記載の発明を実施する形態の一例を示す断面図、第15図は本発明の

請求項 5 に記載の発明を実施する形態の一例を示す断面図、第 16 図は本発明の請求項 6 に記載の発明を実施する形態の一例を示す断面図、第 17 図は本発明の請求項 7 に記載の発明を実施する形態の一例を示す断面図、第 18 図は本発明の請求項 8 に記載の発明を実施する形態の一例を示す断面図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態を図示例と共に説明する。

第 8 図は、本発明の請求項 1 に記載の発明を実施する形態の一例を示す拡大断面図であって、第 1 図と同一部分については同一符号を付してある。

本形態例においては、先に第 1 図で説明した EGR クーラと略同様に構成した EGR クーラに関し、プレート 2 を貫通するチューブ 3 の内周面に、複数条（第 8 図に示す実施の形態では二条）のスパイラル状突起 14, 15 を形成している。

肉厚の薄いチューブ 3 においては、複数条のスパイラル状突起 14, 15 を形成するにあたり、チューブ 3 を外から螺旋状に凹ませる押圧加工を、螺旋凸条を有するロール等で施せば、外から押圧した箇所が、チューブ 3 の内周面に複数条のスパイラル状突起 14, 15 として形成されることになる。

そして、第 8 図に図示するように、例えば二条のスパイラル状突起 14, 15 が、チューブ 3 の内周面において、互いに周方向に 180° 位相を変えて並存するようにすれば、長手方向の各位置で直径方向に相對するスパイラル状突起 14, 15 の向きが逆向きとなって交差することになり、チューブ 3 の曲げ応力に対する強度が高まることになる。

ただし、肉厚の厚いチューブ 3 においては、複数条のスパイラル状突起

14, 15を形成するにあたり、複数条のスパイラル状突起14, 15を残すようにチューブ3の内周面を切削加工しても良い。

而して、このようにチューブ3の内周面に複数条のスパイラル状突起14, 15を形成すると、チューブ3の中を通る排気ガス10がスパイラル状突起14, 15に沿い旋回流となって乱流化し、チューブ3の内周面に対する接触頻度や接触距離が増加する結果、排気ガス10がチューブ3の内周面に満遍なく且つ十分に接触することになり、EGRクーラの熱交換効率を大幅に向上することが可能となる。

尚、例えば、第9図に模式的に示す如く、チューブ3の内周面に排気ガス10の流れに対する傾斜角 α で一条のスパイラル状突起14のみを形成した場合には、スパイラル状突起14のピッチPをつめると、第10図に示す如く、スパイラル状突起14の傾斜角 β が大きくなって直角に近付き、その結果として圧損が大きくなることが想定されるが、本形態例では特に複数条のスパイラル状突起14, 15を形成しているので、第11図に示す如く、スパイラル状突起14, 15の相互間のピッチPをつめても、排気ガス10の流れに対するスパイラル状突起14, 15の傾斜角 γ を小さく抑えることが可能で、圧損を高めずに旋回力を大きくすることが可能である。

第12図は、本発明の請求項2に記載の発明を実施する形態の一例を示す拡大断面図であって、本形態例においては、シェル1を円筒容器状に形成し、チューブ3の両端を前記シェル1の軸心方向両端面に対し貫通固着せしめるようにした構造を採用しており、しかも、前記チューブ3の口径及び肉厚を増加して流路断面積及び強度を上げ、チューブ3の本数を必要最小限に減らすようにしている。

尚、シェル1の外部に張り出したチューブ3の先端にはガスフランジ1

6 を設け、該ガスフランジ 1 6 に対し、排気ガス 1 0 を再循環するラインを適宜に分岐して直接接続できるようにしてある。

そして、このような構造とした E G R クーラに対し、コイルスプリング状の螺旋状線材 1 7 をチューブ 3 内の略全長に亘って嵌挿し、この螺旋状線材 1 7 の両端を溶接 1 8 によりチューブ 3 の内周面に固定している。

即ち、第 1 2 図に示す形態例は、チューブ 3 の口径が大きく且つ肉厚が大きい場合に適したものであり、先に説明した第 8 図の如きスパイラル状突起 1 4, 1 5 を形成するよりも加工が容易であるという利点がある。

そして、チューブ 3 の中を通る排気ガス 1 0 は、螺旋状線材 1 7 に沿い旋回流となって乱流化し、チューブ 3 の内周面に対する接触頻度や接触距離が増加する結果、排気ガス 1 0 がチューブ 3 の内周面に満遍なく且つ十分に接触することになり、E G R クーラの熱交換効率を大幅に向上することが可能となる。

第 1 3 図は、本発明の請求項 3 に記載の発明を実施する形態の一例を示すもので、本形態例においては、先に第 1 図で説明した E G R クーラと略同様に構成した E G R クーラに関し、排気ガス 1 0 の入側のボンネット 6 A を外側に向け凹面を成して排気ガス 1 0 の流れ方向に口径が漸増するベルマウス形状として形成している。

このようにすれば、排気ガス入口 7 から導入された排気ガス 1 0 がボンネット 6 A の内周面に沿い剥離せずに層流を成して流れる傾向が強まり、ボンネット 6 A 内における外周部分で乱流化が起こり難くなって、外周側に配置されたチューブ 3 に対しても中心側と同様に排気ガス 1 0 が導入され易くなるので、各チューブ 3 に対し排気ガス 1 0 が均等に分配されて熱交換効率が大幅に向上され、しかも、中心側のチューブ 3 も外周側のチューブ 3 も一様に加熱されて局所的な高温化による熱変形が回避されること

になる。

また、第 1 4 図は、本発明の請求項 4 に記載の発明を実施する形態の一例を示すもので、本形態例においては、先に第 1 図で説明した E G R クーラと略同様に構成した E G R クーラに関し、排気ガス 1 0 の出側のボンネット 6 B を外側に向け凸面を成して排気ガス 1 0 の流れ方向に口径が漸減する椀型形状として形成している。

このようにすれば、外周側のチューブ 3 を抜け出た排気ガス 1 0 がボンネット 6 B の内周面に沿い層流を成して滑らかに流れの向きを変えられるので、外周側のチューブ 3 の出口部分で圧力上昇が起こり難くなり、これにより外周側のチューブ 3 における排気ガス 1 0 の通気抵抗が低下して、外周側に配置されたチューブ 3 に対しても中心側と同様に排気ガス 1 0 が導入され易くなるので、各チューブ 3 に対し排気ガス 1 0 が均等に分配されて熱交換効率が大幅に向上され、しかも、中心側のチューブ 3 も外周側のチューブ 3 も一様に加熱されて局部的な高温化による熱変形が回避されることになる。

また、第 1 5 図は、本発明の請求項 5 に記載の発明を実施する形態の一例を示すもので、本形態例においては、先に第 1 図で説明した E G R クーラと略同様に構成した E G R クーラに関し、各チューブ 3 をシェル 1 の軸線 O を中心とした同心の多重円周状に配列しており、第 1 5 図における図示では、第 4 図と同じ口径で同じ本数のチューブ 3 を配置している。

このようにすれば、円筒状に形成されたシェル 1 に対し外周側のチューブ 3 を沿わせて並べることが可能となり、両者間の隙間を著しく縮小することが可能となるので、冷却水入口 4 からシェル 1 内に導入された冷却水 9 が外周側を優先的に流れる傾向が大幅に抑制され、しかも、従来と同じ口径で同じ本数のチューブ 3 を配置するに際し、該各チューブ 3 間の隙間

が従来より広く確保されて、中心側のチューブ 3 へも冷却水 9 が十分に行き届くことになるので、中心側のチューブ 3 も外周側のチューブ 3 も一様に冷却されてチューブ 3 の局所的な高温化が回避されることになり、排気ガス 10 と冷却水 9 との熱交換効率も大幅に向上されることになる。

第 16 図は、本発明の請求項 6 に記載の発明を実施する形態の一例を示すもので、本形態例においては、先に第 8 図で説明した EGR クーラと略同様に構成した EGR クーラに関し、シェル 1 の軸心方向一端側における冷却水入口 4 に対し直径方向に対峙する位置に、冷却水入口 4 から導入した冷却水 9 の一部を抜き出す為のバイパス出口 19 を設けている。

而して、このようにすれば、エンジンの排気ガス 10 が排気ガス入口 7 から一方のボンネット 6 A の内部を経て分散して多数のチューブ 3 を通り、他方のボンネット 6 B の内部に入って排気ガス出口 8 からエンジンに再循環する一方、冷却水 9 が冷却水入口 4 からシェル 1 の内部に供給されて冷却水出口 5 へ向かって流れることになるが、このとき、冷却水 9 を冷却水入口 4 からシェル 1 の内部に導入しながら、その導入した冷却水 9 の一部をバイパス出口 19 から抜き出すようにすると、シェル 1 の軸心方向一端側における冷却水入口 4 に対し直径方向に対峙する位置で冷却水 9 が澱まなくなり、ここに冷却水停滞部が生じてしまうことがなくなるので、シェル 1 の軸心方向一端側でチューブ 3 の局所的な高温化が回避されることになり、排気ガス 10 と冷却水 9 との熱交換効率も大幅に向上されることになる。

第 17 図は、本発明の請求項 7 に記載の発明を実施する形態の一例を示すもので、本形態例においては、先に第 5 図及び第 6 図で説明した EGR クーラと略同様に構成した EGR クーラに関し、排気ガス 10 入側のボンネット 6 A を、シェル 1 の軸心延長線 x 上に開口した排気ガス入口 7 から

シェル 1 側に向け急激にシェル 1 端面の長辺方向（図示する例では上下方向）へ拡張してプレート 2 端面全域を被包し且つその排気ガス入口 7 に近い部分をガス流の剥離が生じないように外側に向け凹面を成す曲面部 20 としたベルマウス型の断面形状に形成し、ボンネット 6 A 内における排気ガス入口 7 に臨む位置に、シェル 1 の軸心延長線 x に沿う方向からシェル 1 端面の長辺方向外側へ円弧状に湾曲する一対のガイド板 21, 21 を八の字型に配設し、該各ガイド板 21, 21 に挟まれた中間位置には、シェル 1 端面の短辺方向（第 6 図中における左右方向に相当）に延びて排気ガス 10 の主流を分断する丸棒 22 を配設している。

このようにすれば、排気ガス入口 7 からボンネット 6 A 内に導入された排気ガス 10 が、各ガイド板 21, 21 により滑らかに流れの向きを変更されてシェル 1 端面の長辺方向外側に良好に拡散され、しかも、各ガイド板 21, 21 の間を通過してしまった排気ガス 10 の流れも丸棒 22 に突き当たって分断されることにより良好に拡散され、更には、ボンネット 6 A における排気ガス入口 7 に近い部分でガス流が曲面部 20 に沿い剥離せずに層流を成して流れる傾向が強まり、排気ガス 10 入側のボンネット 6 A 内でガス流の乱流化が起こり難くなって、シェル 1 端面の長辺方向外側に配置されたチューブ 3 に対しても排気ガス 10 が導入され易くなるので、全てのチューブ 3 について排気ガス 10 が略均等に導入分配されてチューブ 3 の局所的な高温化が回避されることになり、排気ガス 10 と冷却水 9 との熱交換効率も大幅に向上されることになる。

第 18 図は、本発明の請求項 8 に記載の発明を実施する形態の一例を示すもので、本形態例においては、先に第 7 図で説明した EGR クーラと略同様に構成した EGR クーラに関し、シェル 1 の軸心方向両端に、該シェル 1 の軸心延長線 x に対し略直角な向きに延びるガス配管 11, 11 を

徐々に口径を漸増させつつガス流の剥離が生じないように緩やかに曲げ且つ前記シェル 1 の軸心延長線 x と前記各ガス配管 11, 11 の軸心線 y とが所要の角度 θ を有して交差するように接続している。

このようにすれば、シェル 1 の軸心方向一端側に向け導かれる排気ガス 10 がガス配管 11 の内周面に沿い層流を成して滑らかに流れの向きを変えられ、しかも、その変更した後の流れの向きを完全にはシェル 1 の軸心方向と一致させずに一様な流速分布のままシェル 1 の軸心方向一端側のプレート 2 に突き当たらせるようにしているので、シェル 1 の軸心方向一端側でガス流の乱流化を抑制しつつ全てのチューブ 3 に対し偏りなく排気ガス 10 を略均等に導入分配することが可能となり、他方、各チューブ 3 を通りシェル 1 の軸心方向他端側へ抜け出た排気ガス 10 もガス配管 11 の内周面に沿い層流を成して滑らかに流れの向きを変えられ、各チューブ 3 の出口部分で局部的な通気抵抗を受けることなく円滑に排出されることになるので、全てのチューブ 3 について略均等に排気ガス 10 が流れてチューブ 3 の局所的な高温化が回避されることになり、排気ガス 10 と冷却水 9 との熱交換効率も大幅に向上されることになる。

尚、本発明の EGR クーラは、上述の形態例にのみ限定されるものではなく、各図面に示した構造は、夫々の構造を個別に適用しても良いが、互いに適宜に組み合わせて用いることにより、排気ガスと冷却水との熱交換効率を向上する効果を相乗的に得ることが可能であること、また、図示した例では冷却水を排気ガスの流れに対し並行流として熱交換させる場合を示したが、対向流として熱交換させるようにしても良いこと、その他、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々変更を加え得ることは勿論である。

産業上の利用可能性

以上のように、本発明にかかるEGRクーラは、エンジンの排気ガスを再循環して窒素酸化物の発生を低減させるEGR装置に付属させて用いるのに適している。

請 求 の 範 囲

1. チューブと、該チューブを包囲するシェルとを備え、該シェルの内部に冷却水を給排し且つ前記チューブ内に排気ガスを通して該排気ガスと前記冷却水とを熱交換するようにしたEGRクーラであって、前記チューブの内周面に複数条のスパイラル状突起を形成したことを特徴とするEGRクーラ。
2. チューブと、該チューブを包囲するシェルとを備え、該シェルの内部に冷却水を給排し且つ前記チューブ内に排気ガスを通して該排気ガスと前記冷却水とを熱交換するようにしたEGRクーラであって、前記チューブ内に螺旋状線材を嵌挿したことを特徴とするEGRクーラ。
3. 円筒状に形成されたシェルと、該シェルの軸心方向両端にシェル端面を閉塞するよう固着されたプレートと、該プレートの反シェル側にプレート端面を被包するよう固着されたボンネットと、前記シェルの内部を軸心方向に延び且つその両端を前記各プレートに貫通固着されたチューブとを備え、前記シェルの内部に冷却水を給排し且つ前記チューブ内には一方のボンネット側から他方のボンネット側に向け排気ガスを通して該排気ガスと前記冷却水とを熱交換するようにしたEGRクーラであって、排気ガス入側のボンネットを外側に向け凹面を成して排気ガスの流れ方向に口径が漸増するベルマウス形状としたことを特徴とするEGRクーラ。
4. 円筒状に形成されたシェルと、該シェルの軸心方向両端にシェル端面を閉塞するよう固着されたプレートと、該プレートの反シェル側にプレート端面を被包するよう固着されたボンネットと、前記シェルの内部を軸心方向に延び且つその両端を前記各プレートに貫通固着されたチューブとを備え、前記シェルの内部に冷却水を給排し且つ前記チューブ内には一方

のボンネット側から他方のボンネット側に向け排気ガスを通して該排気ガスと前記冷却水とを熱交換するようにしたEGRクーラであって、排気ガス出側のボンネットを外側に向け凸面を成して排気ガスの流れ方向に口径が漸減する椀型形状としたことを特徴とするEGRクーラ。

5. 円筒状に形成されたシェルと、該シェルの軸心方向両端にシェル端面を閉塞するよう固着されたプレートと、該プレートの反シェル側にプレート端面を被包するよう固着されたボンネットと、前記シェルの内部を軸心方向に延び且つその両端を前記各プレートに貫通固着されたチューブとを備え、前記シェルの内部に冷却水を給排し且つ前記チューブ内には一方のボンネット側から他方のボンネット側に向け排気ガスを通して該排気ガスと前記冷却水とを熱交換するようにしたEGRクーラであって、各チューブをシェルの軸線を中心とした同心の多重円周状に配列したことを特徴とするEGRクーラ。

6. 円筒状に形成されたシェルと、該シェルの軸心方向両端にシェル端面を閉塞するよう固着されたプレートと、該プレートの反シェル側にプレート端面を被包するよう固着されたボンネットと、前記シェルの内部を軸心方向に延び且つその両端を前記各プレートに貫通固着されたチューブとを備え、シェルの内部に冷却水を給排し且つチューブ内には一方のボンネット側から他方のボンネット側に向け排気ガスを通して該排気ガスと冷却水とを熱交換するようにしたEGRクーラであって、シェルの軸心方向一端側に、該シェル内へ冷却水を導入する為の冷却水入口を設けると共に、シェルの軸心方向他端側には、該シェル内から冷却水を排出する為の冷却水出口を設け、且つシェルの軸心方向一端側における冷却水入口に対し直径方向に対峙する位置には、冷却水入口から導入した冷却水の一部を抜き出す為のバイパス出口を設けたことを特徴とするEGRクーラ。

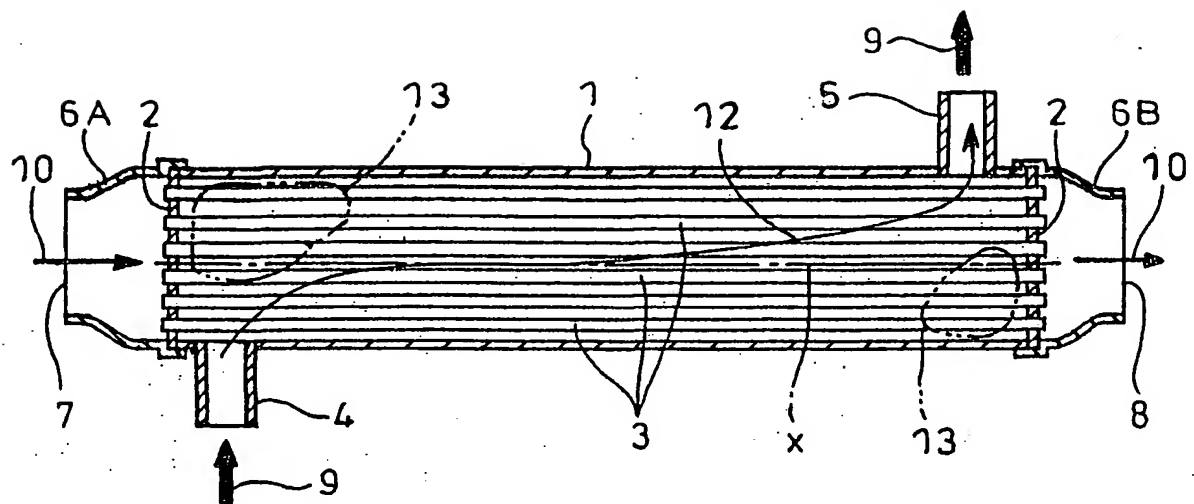
7. 扁平な箱型形状に形成されて軸心方向両端を開放したシェルと、該シェルの軸心方向両端にシェル端面を閉塞するよう固着されたプレートと、該プレートの反シェル側にプレート端面を被包するよう固着されたボンネットと、前記シェルの内部を軸心方向に延び且つその両端を前記各プレートに貫通固着されたチューブとを備え、シェルの内部に冷却水を給排し且つチューブ内には一方のボンネット側から他方のボンネット側に向け排気ガスを通して該排気ガスと冷却水とを熱交換するようにしたEGRクーラであって、排気ガス入側のボンネットを、シェルの軸心延長線上に開口した排気ガス入口からシェル側に向け急激にシェル端面の長辺方向外側へ拡張してプレート端面全域を被包し且つその排気ガス入口に近い部分をガス流の剥離が生じないように外側に向け凹面を成す曲面部としたベルマウス型の断面形状に形成し、排気ガス入側のボンネット内における排気ガス入口に臨む位置に、シェルの軸心延長線に沿う方向からシェル端面の長辺方向へ円弧状に湾曲する一対のガイド板を八の字型に配設し、該各ガイド板に挟まれた中間位置には、シェル端面の短辺方向に延びて排気ガスの主流を分断する丸棒を配設したことを特徴とするEGRクーラ。

8. 円筒状に形成されたシェルと、該シェルの軸心方向両端にシェル端面を閉塞するよう固着されたプレートと、前記シェルの内部を軸心方向に延び且つその両端を前記各プレートに貫通固着されたチューブとを備え、シェルの内部に冷却水を給排し且つチューブ内にはシェルの軸心方向一端側から他端側に向け排気ガスを通して該排気ガスと冷却水とを熱交換するようにしたEGRクーラであって、シェルの軸心方向両端に、該シェルの軸心延長線に対し略直角な向きに延びるガス配管を徐々に口径を漸増させつつガス流の剥離が生じないように緩やかに曲げ且つ前記シェルの軸心延長線と前記各ガス配管の軸心線とが所要の角度を有して交差するように接続

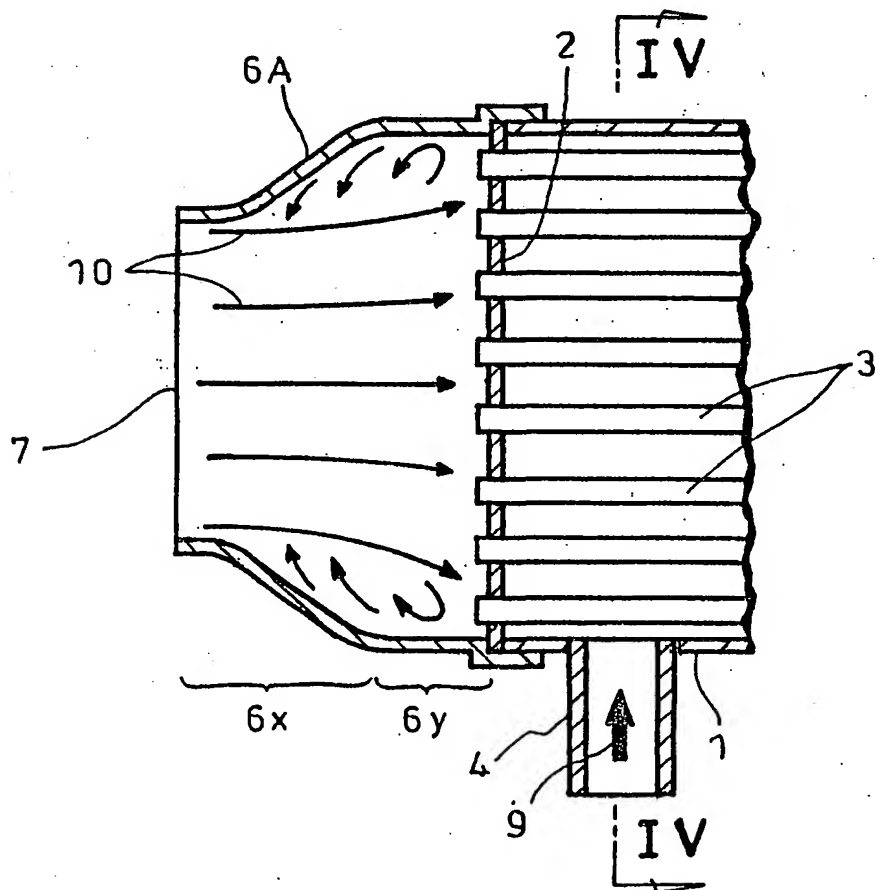
したことを特徴とするEGRクーラ。

THIS PAGE BLANK (USPTO)

第 1 図

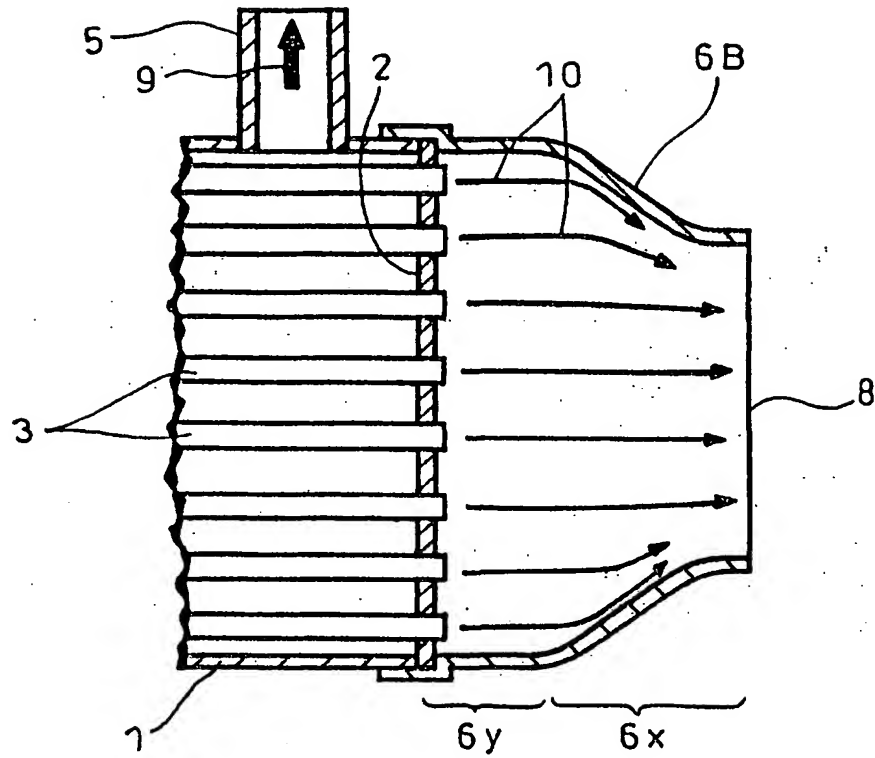


第 2 図

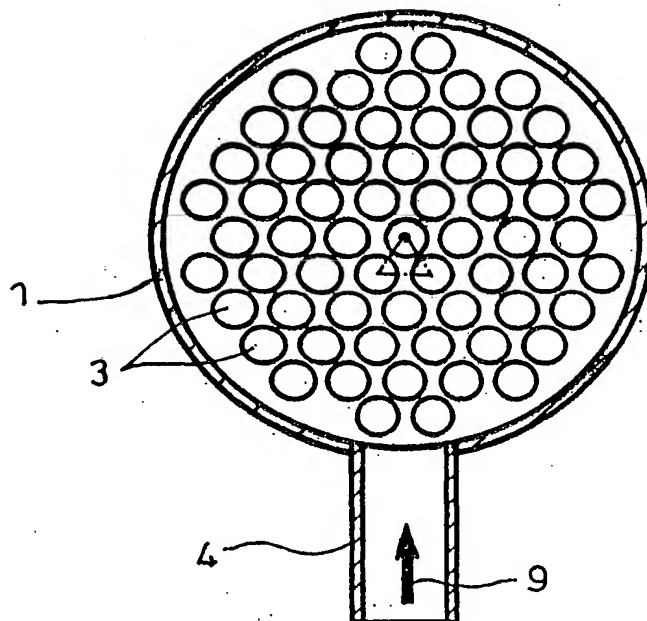


THIS PAGE BLANK (USPTO)

第 3 図



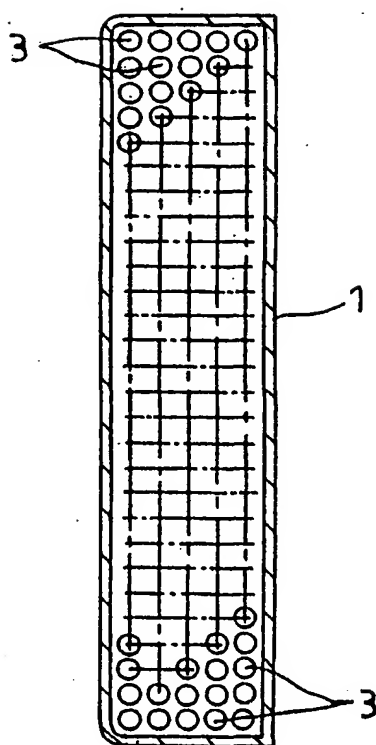
第 4 図



THIS PAGE BLANK (USPTO)

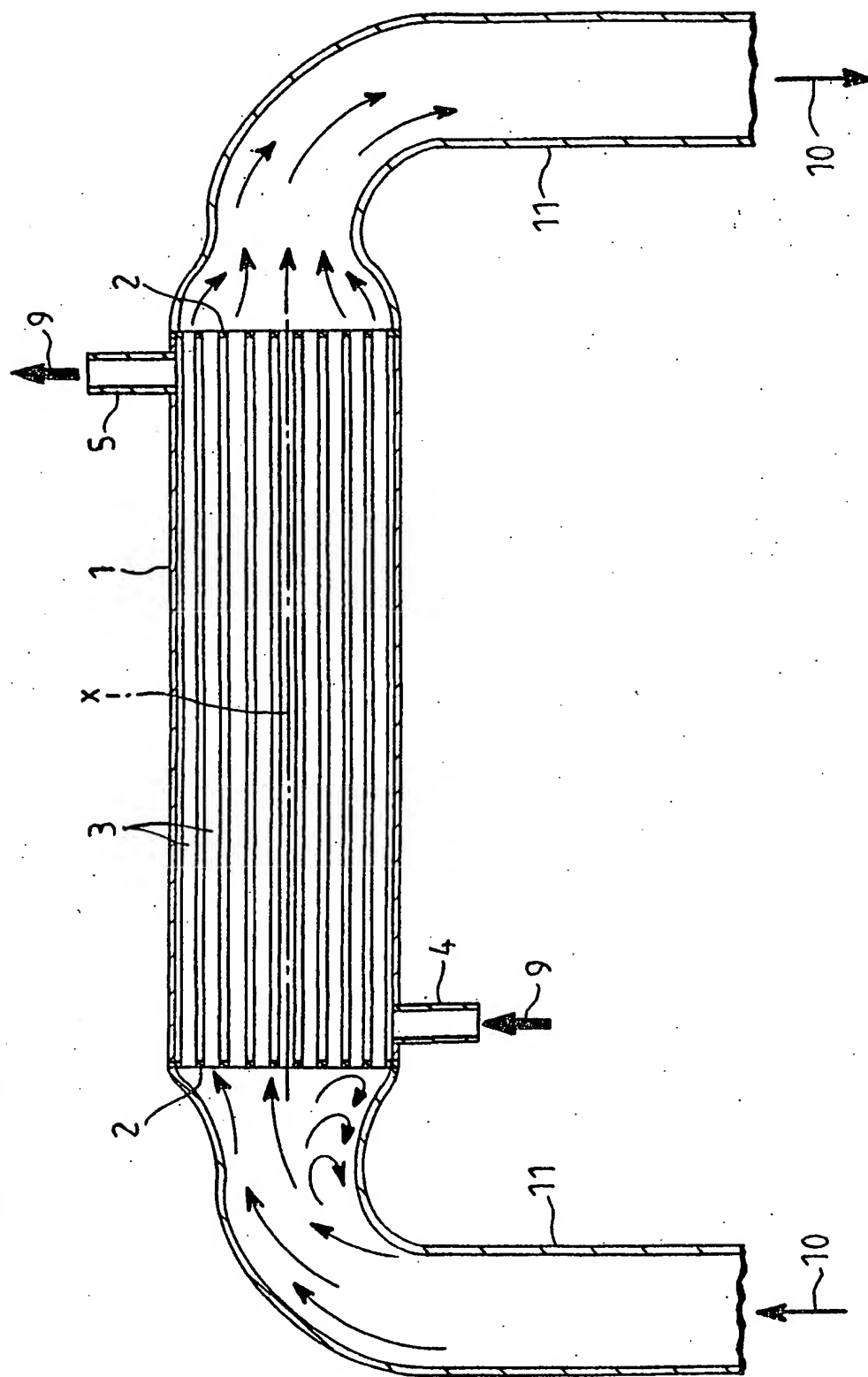
THIS PAGE BLANK (USPTO)

第 6 図



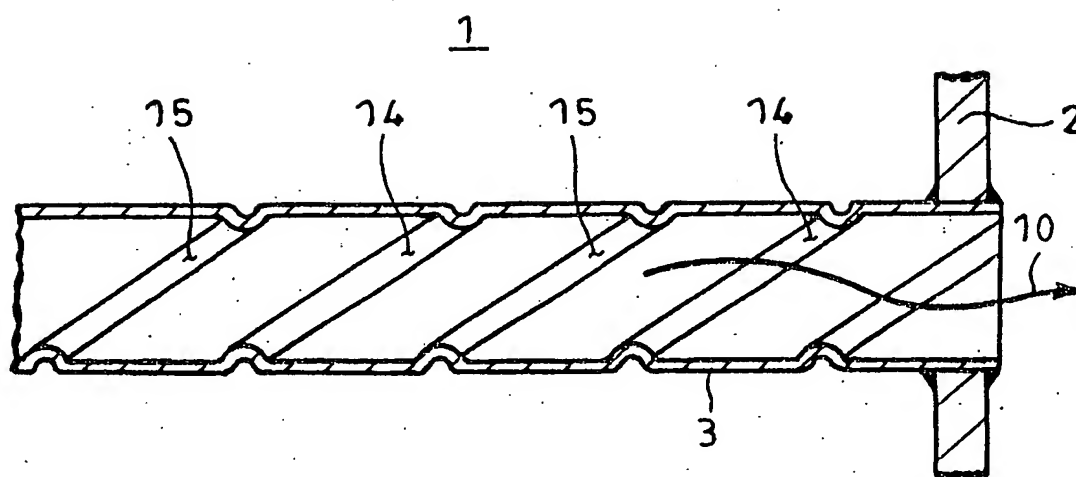
THIS PAGE BLANK (USPTO)

第7図

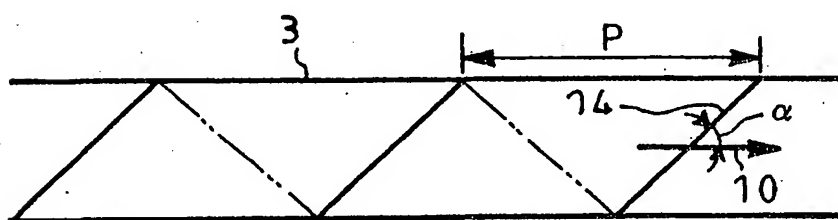


THIS PAGE BLANK (USPTO)

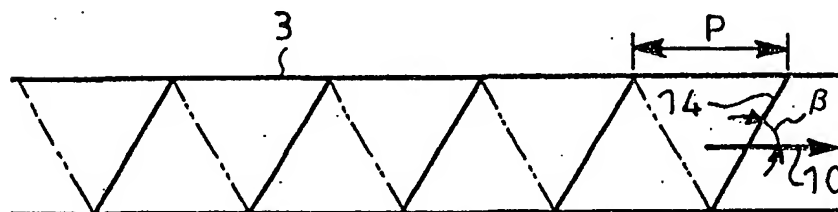
第 8 図



第 9 図

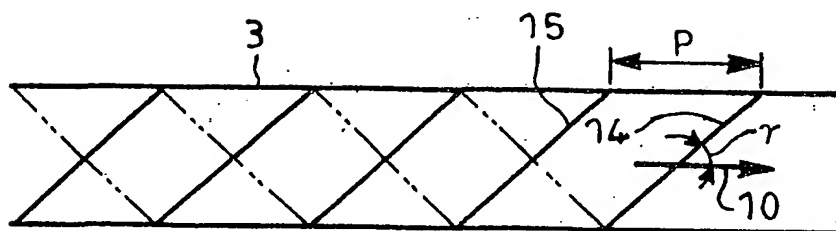


第 10 図

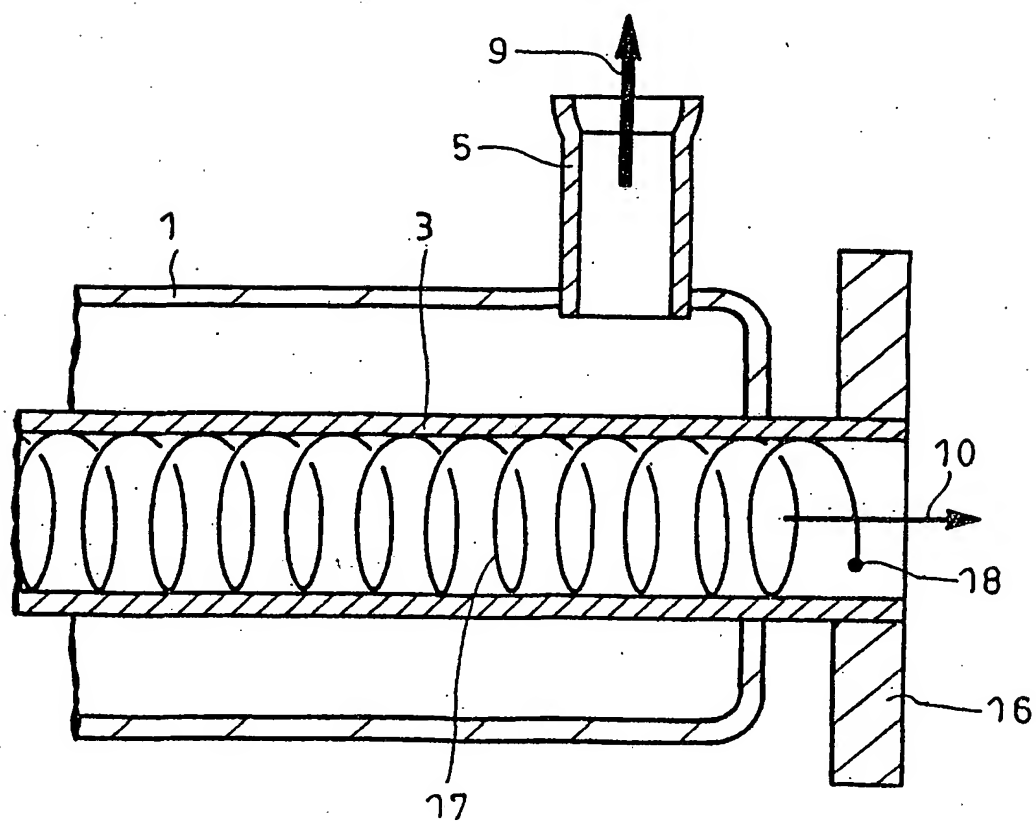


THIS PAGE BLANK (USPTO)

第 11 図

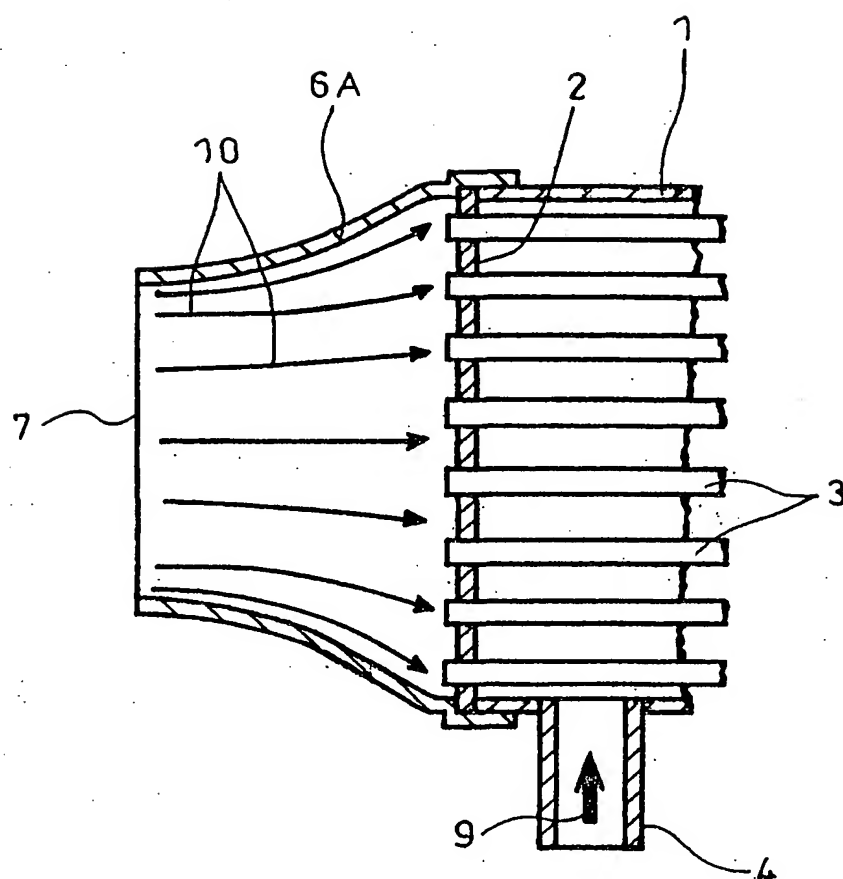


第 12 図



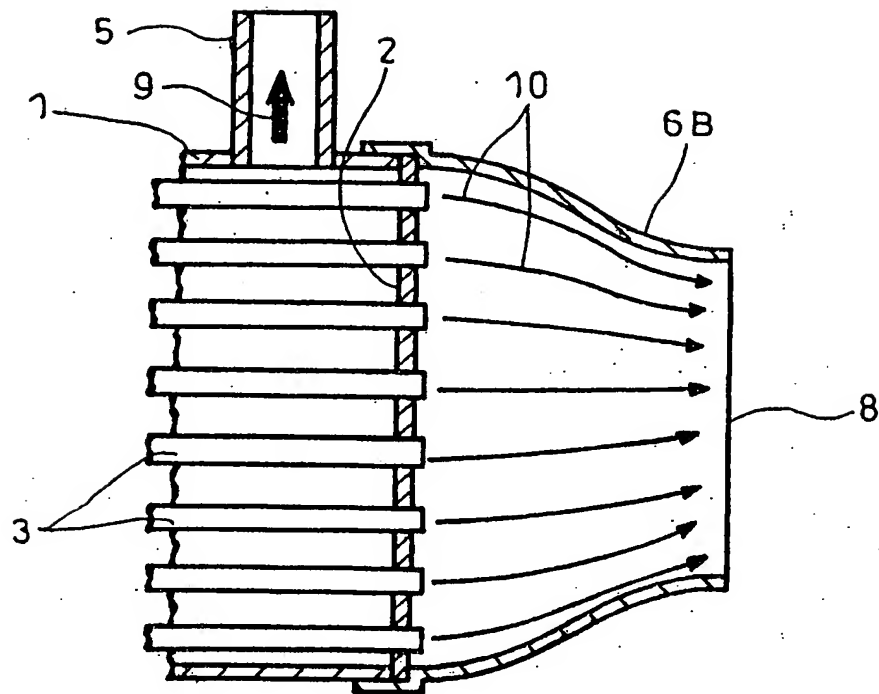
THIS PAGE BLANK (USPTO)

第 13 図

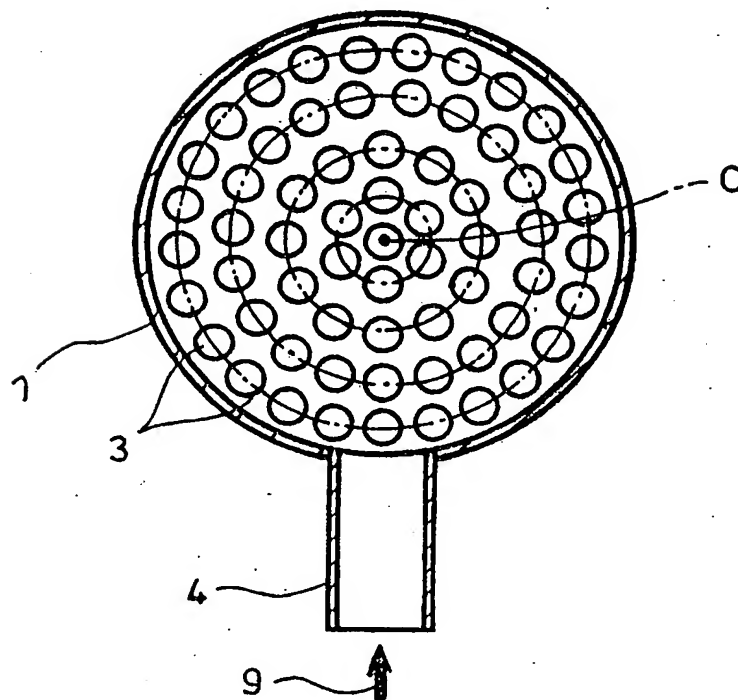


THIS PAGE BLANK (USPTO)

第 14 図

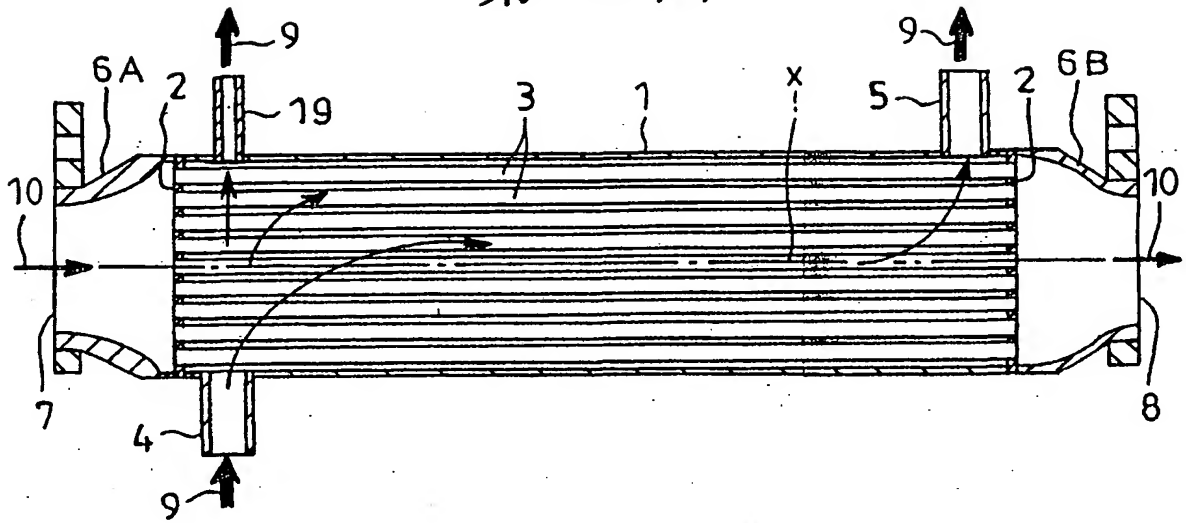


第 15 図

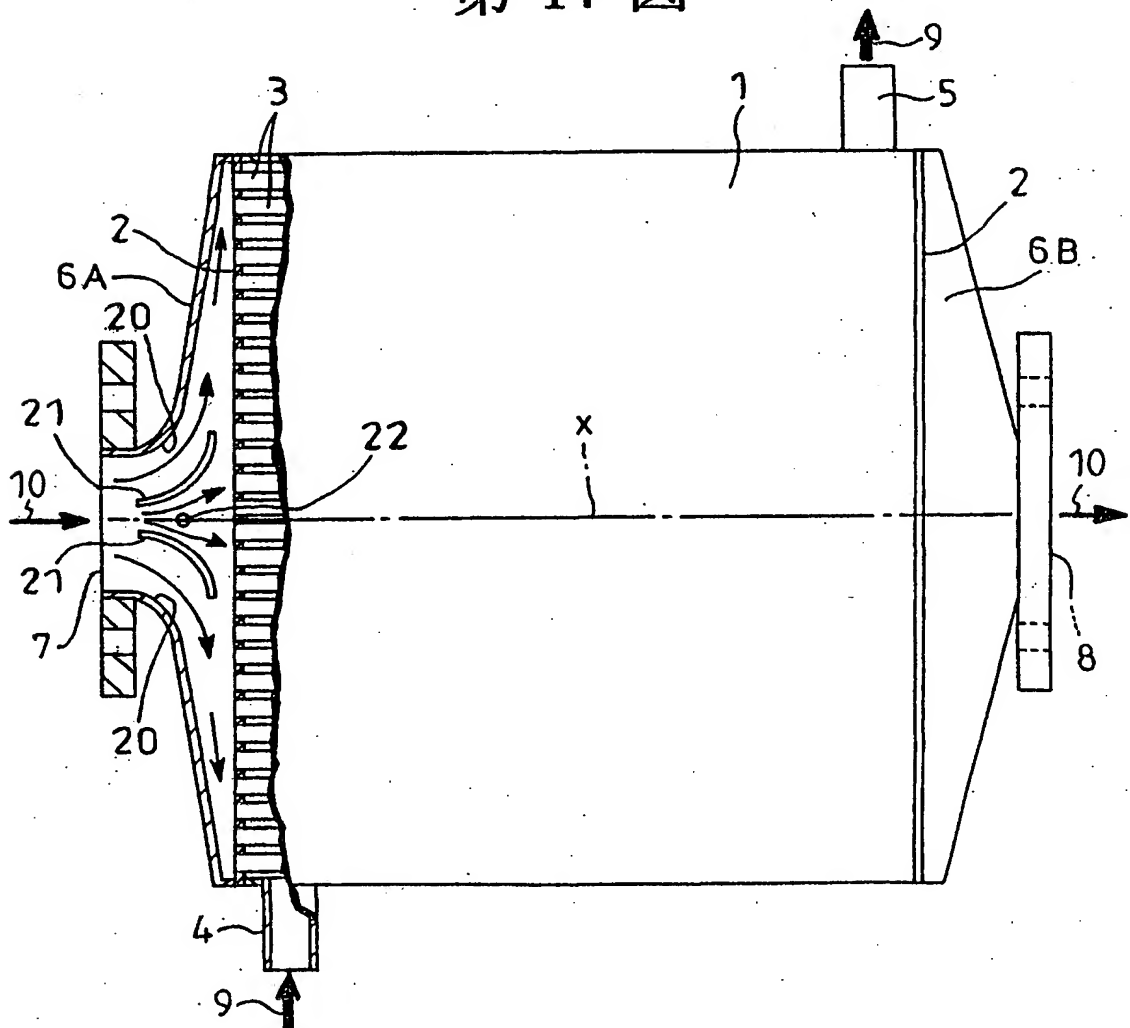


THIS PAGE BLANK (USPTO)

第 16 図

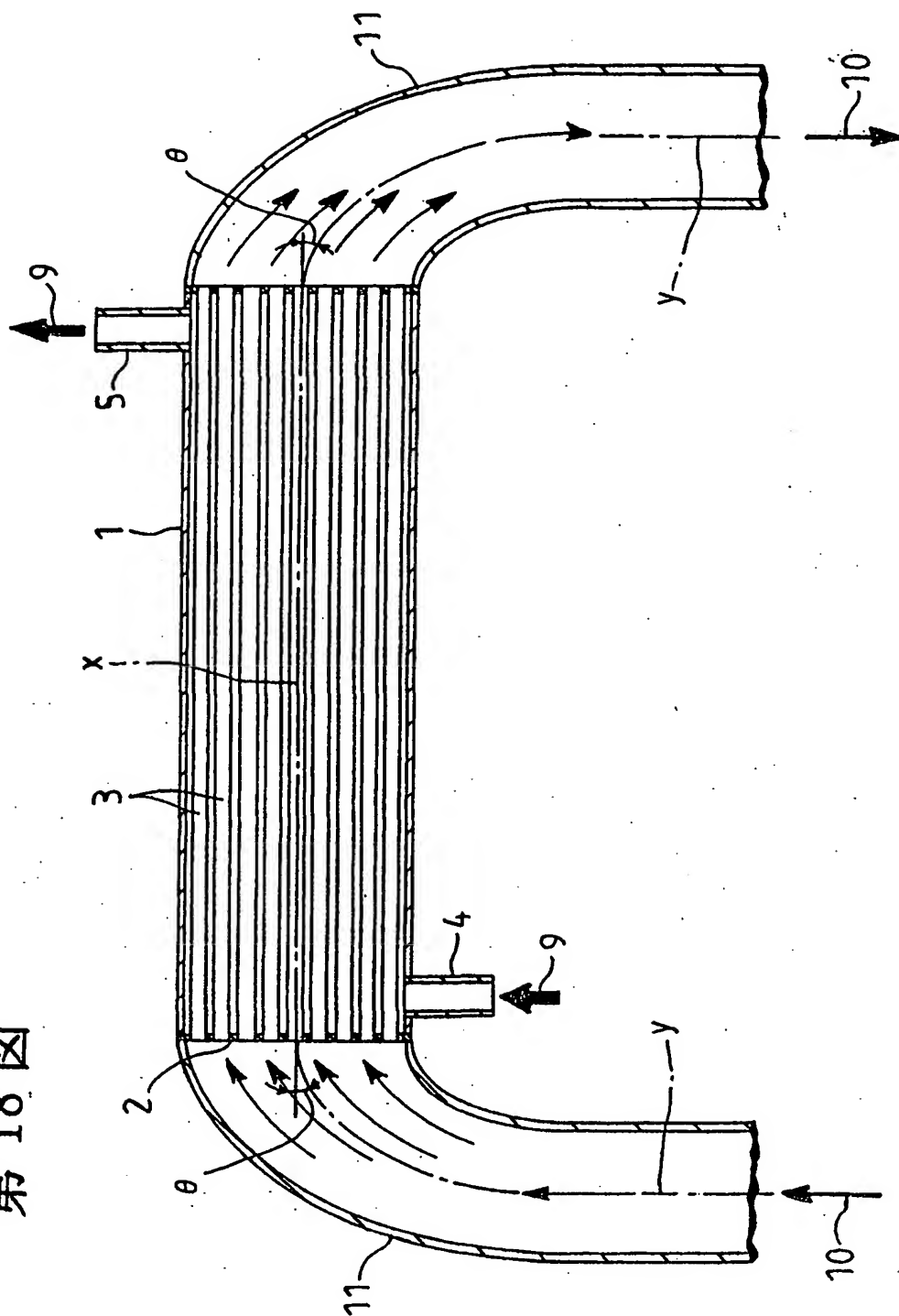


第 17 図



THIS PAGE BLANK (USPTO)

第 18 図



THIS PAGE BLANK (USPTO)